

# GLEITRING UND GLEITRINGDICHTUNGSANORDNUNG FÜR STRAHLTRIEBWERKE

---

Die Erfindung betrifft einen zur gemeinsamen Drehung mit einer Triebwerkswelle ausgelegten Gleitring einer Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke, insbesondere solcher für den Flugzeugbau.

Sofern bei Flugzeug-Strahltriebwerken zur Abdichtung von Turbinen- und sonstigen Wellen Gleitringdichtungen zum Einsatz kommen, ist eine wesentliche Anforderung an derartige Dichtungen, dass ausreichend duktile Materialien vorgesehen werden, um Sprödbrüche unter den einwirkenden hohen Zentrifugalkräften und eine damit verbundene Gefahr der Beschädigung von Triebwerksteilen durch umherfliegende Splitterteile zu vermeiden. Entsprechend dieser Anforderung ist man zwar in der Wahl eines für den stationären Gleitring geeigneten Materials vergleichsweise frei, doch bestand bislang die Notwendigkeit, für den rotierenden Gleitring ausschliesslich ein Stahlmaterial wegen dessen ausreichender Duktilität und damit fehlender Sprödbruchneigung zu verwenden. Die rotierenden Gleitringe bekannter Gleitringdichtungen im Flugzeugtriebwerksbau sind daher entsprechend schwer, zumal die im Flugzeugtriebwerksbau zum Einsatz kommenden Gleitringe vergleichsweise grosse Abmessungen haben müssen. Andererseits ist Leichtbau ein wesentliches Gestaltungskriterium im Flugzeugbau schlechthin und im Triebwerksbau speziell, wobei als Anhaltswert gilt, dass eine Gewichtseinsparung bei einem Strahltriebwerk von

einem Kilogramm z.B.  $10^6$  EUR Entwicklungskosten erforderlich macht. Angesichts dessen spielen die reinen Materialkosten eine untergeordnete Rolle.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ohne Einbusse an Sicherheit, insbesondere gegen Spröbruch, und unter zumindest Aufrechterhaltung der bisherigen sonstigen Betriebsanforderungen eine wesentliche Gewichtsreduzierung bei Gleitringdichtungen zum Einsatz in Flugzeugstrahltriebwerken zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst und damit ein dringender Bedarf im Flugzeug-Strahltriebwerksbau befriedigt, dass zum Einsatz auf diesem Gebiet der rotierende Gleitring einer Gleitringdichtungsanordnung aus einem ein faserverstärktes Keramikmaterial umfassenden Verbundmaterial gebildet ist. Dabei handelt es sich vorzugsweise um ein Verbundmaterial mit Kohle- oder SiC-Fasern als Verstärkungsfasern, die in einem SiC-Keramikmaterial eingebettet sind. Ein derartiges Verbundmaterial hat eine ausreichende Festigkeit und Duktilität, um unter den im Strahltriebwerksbau herrschenden Betriebsbedingungen, die insbesondere durch hohe Drehgeschwindigkeiten der abzudichtenden Wellen geprägt sind, eine gegenüber Stahlgleitringen gleich gute, wenn nicht sogar bessere Sicherheit gegen Spröbruch zu gewährleisten. Hinzu kommt ein verbessertes Verschleissverhalten wegen der inherenten Verschleissfestigkeit des SiC-Matrixmaterials der Verbundgleitringe und eine Vereinfachung der Konstruktion einer damit ausgestatteten Gleitringdichtungsanordnung, da auf bei Stahlgleitringen vorzusehende Kühlmassnahmen verzichtet werden kann. Ein primärer Vorteil der erfindungsmässen Verbundgleitringe ist jedoch deren erheblich geringeres Gewicht gegenüber Gleitringen aus einem Stahlmaterial, wodurch erhebliche Entwicklungskosten eingespart werden können. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verbundgleitringes sind in den Unteransprüchen aufgeführt. Zwar hat man im Automobilbau schon vorgeschlagen, Kohlenfaser-verstärkte SiC-Keramik für Bremsscheiben vorzusehen, doch stand dabei in erster Linie die Temperaturbeständigkeit und Verschleissfestigkeit des Verbundmaterials im Vordergrund. Das Verhalten derartiger Verbundmaterialien unter

hohen Drehgeschwindigkeiten wurde nicht überprüft. Eine erfindungsgemässe gasgeschmierte Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke umfasst wenigstens ein Paar zusammenwirkende Gleitringe, von denen einer zur drehfesten Montage an einem stationären Bauteil, wie dem Treibwerksgehäuse, und der andere zur gemeinsamen Drehung mit einer Triebwerkswelle ausgelegt ist, wobei erfindungsgemäss eine Werkstoffpaarung für die Gleitringe vorgesehen ist, die ein reibungsminimierend wirksames Material, wie ein Kohlenstoffmaterial, für den stationären Gleitring und ein erfindungsgemässes Verbundmaterial für den rotierenden Gleitring umfasst.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsformen und Abbildungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine fotografische Abbildung eines rotierenden Gleitrings gemäss der Erfindung bei Betrachtung seitens einer seiner Stirnflächen,

Fig. 2 in einer geschnittenen Ansicht eine Gleitringdichtungsanordnung, ausgestattet mit einem rotierenden Gleitring nach der Erfindung, im Zustand des Einbaus in einem schematisch angedeuteten Strahltriebwerk (Teilansicht).

Zunächst wird nachfolgend auf Fig. 2 Bezug genommen. Die darin gezeigte Gleitringdichtungsanordnung umfasst ein Paar zusammenwirkende Gleitringe 1, 2, von denen der eine Gleitring 1 in der erfindungsgemässen Weise ausgebildet ist, worauf später mit weiteren Details eingegangen wird. Dieser Gleitring 1 ist zur gemeinsamen Drehung mit einer Triebwerkswelle 3 bzw. einer darauf aufgesetzten Buchse 4 vorgesehen. Zur Übertragung der Drehkraft von der Buchse 4 auf den Gleitring 1 ist eine Mitnehmeranordnung 5 vorgesehen, die in Gestalt eines oder mehrerer von der Buchse 4 in dazu ausgerichteten Bohrungen im Gleitring 1 sich erstreckenden Mitnehmerstiften ausgebildet sein kann. Andere Mitnehmeranordnungen können

ebenfalls vorgesehen sein. Der Gleitring 1 ist gegenüber der Buchse 4 durch eine geeignete Sekundärdichtung abgedichtet, wie dies bei 6 angedeutet ist.

Der andere Gleitring 2 ist in Bezug auf ein Dichtungsgehäuse 7 drehfest, jedoch axial beweglich gehalten. Eine Vorspanneinrichtung 8 in Gestalt einer oder mehrerer Axialdruckfedern, die sich mit einem Ende am Dichtungsgehäuse 7 und am anderen Ende an einem darin axial beweglich gehaltenen Kraftübertragungsglied 9 abstützen, ist vorgesehen, um den Gleitring 2 gegen den rotierenden Gleitring 1 mit einer axialen Vorspannkraft zu beaufschlagen. Bei 10 ist eine Sekundärdichtung zur Abdichtung des Gleitringes 2 gegenüber dem Dichtungsgehäuse 7 angedeutet. Das Dichtungsgehäuse 7 kann an einem Triebwerksgehäuse 11, wie dies bei 12 angedeutet ist, in geeigneter Weise befestigt, z.B. angeschraubt sein.

Die Gleitringe 1, 2 haben einander zugewandte Gleitflächen 13, 14, zwischen denen bei Betrieb ein Dichtspalt gebildet wird, um einen Bereich aussenumfänglich gegenüber einem Bereich innumfänglich der Gleitflächen 13, 14 abzudichten. Die Dichtspaltbildung kann durch förderwirksame Strukturen 20 in einer oder beiden Gleitflächen 13, 14, vorzugsweise in der Gleitfläche 13 des rotierenden Gleitringes 1, unterstützt werden. Bezüglich weiterer Details zum Aufbau und zur Wirkung derartiger förderwirksamer Strukturen 20 kann z.B. auf BURGMANN, Gasgeschmierte Gleitringdichtungen, Selbstverlag 1997, Seiten 16 bis 23 verwiesen werden.

Aufgrund der reibungsminimierenden Eigenschaft und der ausreichenden thermischen und mechanischen Beständigkeit bzw. Festigkeit besteht der drehfeste Gleitring vorzugsweise aus einem Kohlenstoffmaterial. Geeignete Kohlenstoffmaterialien sind in BURGMANN, ABC der Gleitringdichtung, Selbstverlag 1988, Seiten 269-270 beschrieben. Andere geeignete reibungsminimierende Materialien können ebenfalls für den drehfesten Gleitring 2 vorgesehen werden.

Bei der erfindungsgemässen Gleitringdichtungsanordnung kommt die Gleitringpaarung ohne Einsatz eines Stahlmaterials aus, das bislang wenigstens für den rotierenden Gleitring 1 aus Sicherheitsgründen für erforderlich gehalten wurde. Der rotierende Gleitring 1 besteht vielmehr erfindungsgemäss aus einem metallfreien Verbundmaterial, das aus einem faserverstärkten Keramikmaterial gebildet ist.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform eines aus dem Verbundmaterial gebildeten rotierenden Gleitringes 1. Der Gleitring 1 hat danach einen vorzugsweise rechteckförmigen Querschnitt mit äusseren und inneren Umfängen 15, 16 und planen vorderen und hinteren Stirnflächen 17, 18, von denen in Fig. 1 nur die vordere Stirnfläche 17 gezeigt ist. Auf wenigstens einem Teilbereich der Stirnfläche 17 ist die Gleitfläche 13 ausgebildet. In dem Bereich der Stirnfläche 17, der die Gleitfläche 13 enthält, können nach bekannten Techniken, z.B. mittels Laserabtragtechnik, förderwirksame Strukturen 20 (nur einige sind gezeigt) umfänglich verteilt eingebracht sein, auf die zuvor schon hingewiesen wurde. Bei einem innen mit dem Medium beaufschlagten Gleitring 1 münden die förderwirksamen Strukturen 20, wie zu sehen ist, am inneren Umfang 16 aus. Bei Aussenbeaufschlagung würden sie am äusseren Umfang 15 ausmünden. In jedem Fall erstrecken sich die förderwirksamen Strukturen 20 vom jeweiligen einen Umfang 15 bzw. 16 in Richtung auf den betreffenden anderen Umfang, um in einem geeigneten Abstand dazu zu enden, so dass ein Dammbereich 21 verbleibt, der frei von förderwirksamen Strukturen 20 ist.

Der Gleitring 1 gemäss der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst in einem Siliciumkarbid(SiC)-Matrixmaterial eingebettete Kohlenstoff-Verstärkungsfasern, die sich durch eine hohe thermische Beständigkeit bei gleichzeitig hoher unidirektionaler Zugfestigkeit auszeichnen, wobei sie eine im Vergleich zum SiC-Matrixmaterial wesentlich bessere Duktilität besitzen. Die Duktilität der Kohlefasern wirkt der natürlichen Sprödbbruchneigung von SiC wirksam entgegen, indem die überwiegend mechanischen Beanspruchungen eines mit einem solchem Verbundmaterial ausgestatteten Gleitringes 1 im Wesentlichen von den Verstärkungsfasern unter

Entlastung des SiC-Matrixmaterials aufgenommen werden. Dabei bleibt die hohe Verschleissfestigkeit von SiC praktisch unbeeinträchtigt erhalten.

Die Kohlefasern können in dem SiC-Verbundmaterial in gerichteter oder ungerichteter Form vorgesehen sein.

Im ersteren Fall kann es sich um nach einem bestimmten Muster schichtweise zu einer Rohrform gewickelte Fäden oder Rovings aus Kohlefasern handeln, wobei sich die Fäden einer Schicht mit den Fäden einer benachbarten Schicht kreuzen können, oder es handelt sich um in dem SiC-Verbundmaterial eingebettete vorgefertigte übereinandergeschichtete Gelege oder Gewebe aus gerichteten Kohlefaserfäden, wie dies in Fig. 1 bei 19 zu erkennen ist. Die in Fig. 1 ersichtliche Ausrichtung der Fäden ist nicht zwingend. Es können auch andere geeignete Fadenausrichtungen vorgesehen sein, z.B. eine überwiegend umfängliche Ausrichtung.

Ein aus gerichteten Kohlefasern verstärktes SiC-Verbundmaterial zeichnet sich durch eine besonders hohe mechanische Festigkeit in Faserrichtung aus und wird deshalb bevorzugt für Gleitringe 1 herangezogen, die zum Einsatz bei Gleitringdichtungsanordnungen im Hochdrehzahlbereich eines Strahltriebwerkes vorgesehen sind, wo hohe bis sehr hohe Zentrifugalkräfte auf den Gleitring 1 einwirken können, zumal die radialen Abmessungen der Gleitringe 1 vergleichsweise gross sind und diese z.B. einen mittleren Durchmesser von 150 mm und mehr haben können.

Vorzugsweise kann ferner wenigsten die vordere Stirnfläche 17 des Gleitringes 1, die die Gleitfläche 13 vorsieht, mit einer Deckschicht (nicht gezeigt) aus einem mit Kohlefasern von vergleichsweise kurzer Länge verstärkten SiC-Verbundmaterial bedeckt sein, bei dem die Kohlefasern in ungerichteter Form vorliegen. Die Deckschicht kann eine Schichtdicke zwischen 0,1 und 1,0 mm, vorzugsweise 0,25 und 0,5 mm haben. Die förderwirksamen Strukturen 20 sind in diesem Fall in der Deckschicht eingebracht. Die Deckschicht verhindert ein eventuelles Aufstellen bzw. Ausfransen der

gerichteten Kohlefasern der aufeinandergeschichteten Gelege an der Stirnfläche 17 des Gleitrings 1. Wenn erwünscht, kann eine derartige Deckschicht auch an der gegenüberliegenden Stirnfläche 18 des Gleitrings 1 vorgesehen werden.

Im Falle eines Gleitrings 1 aus einem mit ungerichteten Fäden aus Kohlefasern verstärkten SiC-Verbundmaterial ist dessen mechanisches Verhalten im Wesentlichen richtungsunabhängig. Die Gleitringe 1 eignen sich aufgrund ihrer geringeren mechanischen Festigkeit vornehmlich zum Einsatz im Niederdrehzahlbereich eines Strahltriebwerkes, wo geringere Zentrifugalkräfte zur Wirkung kommen. Sofern die Länge der Kohlefasern gleich oder grösser 5 mm ist, vorzugsweise zwischen 15 und 25 mm beträgt, sind für derartige Anwendungen ausreichende mechanische Eigenschaften gewährleistet.

Die Kohlenstofffasern sollten einen Durchmesser kleiner 15  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 2 und 12  $\mu\text{m}$  haben, da mit geringer werdendem Durchmesser verbesserte mechanische Eigenschaften der Fasern einhergehen.

Ferner sollte der Anteil der Kohlefasern im SiC-Verbundmaterial zwischen 45 und 65, vorzugsweise zwischen 50 und 60 Vol. % betragen.

Es wurde ferner festgestellt, dass anstelle von Kohlefasern auch Siliciumfasern als Verstärkung bei einem Verbundmaterial auf Basis eines SiC-Keramikmaterials verwendet werden können.

Beispiel:

Es wurde ein Verbundmaterial aus gerichteten Kohlefasern als Verstärkung und einer SiC-Matrix nach einem bekannten Verfahren hergestellt, indem Gelege aus Kohlefasern mit einer mittleren Länge von 70 mm, ein Pulver aus Kohlenstoff und eine Kohlenstoffharz zu einer pressfähigen Masse geschichtet und die Schichtanordnung

formverpresst wurde. Anschliessend wurde eine Karbonisierung bei einer Temperatur von ca. 900°C unter Umwandlung des Harzes in Kohlenstoff durchgeführt. Es entstand eine poröse Struktur mit Hohlräumen. In diese wurde flüssiges Silizium eindringen gelassen, das bei Temperaturen von ca. 1500 °C in SiC umgewandelt wurde, wodurch die Kohlefasern in SiC eingebettet wurden. Ein typischer nach diesem Verfahren hergestellter Rohling für den Gleitring 1 hat eine Dichte von 1,45 Kg/dm<sup>3</sup>, einen Elastizitätsmodul von 53 KN/mm<sup>2</sup>, eine Zugfestigkeit von 265 KN/mm<sup>2</sup> und eine Wärmedehnung von  $1 \times 10^{-6}$  1/K. Der Faseranteil betrug 55 Vol.%. Aus dem so erhaltenen Verbundmaterial wurde ein Gleitring 1 mit folgenden Abmessungen herausgeschnitten: Durchmesser innen: 130 mm, aussen: 170mm, Dicke 13 mm. Die Duktilität des Gleitrings 1 war vergleichbar mit dem eines bekannten Gleitrings aus einem Stahlmaterial. Das Gewicht des Verbundgleitrings betrug nur etwa. 1/5 desjenigen eines Stahlgleitrings.

Falls es erwünscht ist, eine Deckschicht, wie vorbeschrieben, an einer der Stirnflächen 17, 18 des Gleitrings 1 anzuordnen, wird zusätzlich zu dem geschichtete Gelege aus gerichteten Kohlefasern eine dünne Lage aus einem Gemisch aus ungerichteten Kohlefasern, einem Pulver aus Kohlenstoff und einen Kohlenstoffharz an der Stirnfläche angelegt und zusammen mit dem Schichtgelege in der erwähnten Weise weiterbehandelt.

Praxisnahe Tests an einer gasgeschmierten Gleitringdichtungsanordnung mit einem rotierenden Gleitring in Gestalt eines erfindungsgemässen Verbundgleitrings mit förderwirksamen spiralförmig verlaufenden Strukturen in seiner Gleitfläche zeigten über die gesamte ausgedehnte Testdauer keine Sprödbrüche der SiC-Matrix, so dass der Gleitring in Bezug auf seine Sicherheitsfunktion einem solchen aus einem Stahlmaterial wenigstens ebenbürtig ist. Der Verschleiss war jedoch wesentlich geringer, und ferner brauchte keine Kühlung des Verbundgleitrings vorgesehen werden, während die bekannten Stahlgleitringe zur Kühlung von einem Kühlmedium durchströmte Kühlkanäle enthalten müssen.



### Patentansprüche

1. Zur gemeinsamen Drehung mit einer Triebwerkswelle ausgelegter Gleitring (1) einer Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke, dadurch gekennzeichnet, dass dieser aus einem ein faserverstärktes Keramikmaterial umfassenden Verbundmaterial gebildet ist.
2. Gleitring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfasern aus einer Kohle- und SiC-Fasern umfassenden Verstärkungsfaserguppe gewählt sind.
3. Gleitring nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramikmaterial ein SiC-Material umfasst.
4. Gleitring nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstärkungsfaseranteil des Verbundmaterials zwischen 45 und 65 Vol. %, vorzugsweise zwischen 50 und 60 Vol. % beträgt.
5. Gleitring nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundmaterial ungerichtete Verstärkungsfasern mit einer Länge grösser 5 mm, vorzugsweise zwischen 15 und 25 mm umfasst.
6. Gleitring nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundmaterial gerichtete Verstärkungsfasern umfasst.
7. Gleitring nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Verstärkungsfasern kleiner 15  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 2 und 12  $\mu\text{m}$  beträgt.

8. Gleitring nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verstärkungsfasergewebe vorgesehen ist.
9. Gleitring nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch einen Faserwickelvorgang geschaffene Faserverstärkung vorgesehen ist.
10. Gleitring nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Deckschicht aus einem faserverstärkten SiC-Verbundmaterial auf wenigstens einer der gegenüberliegenden Stirnflächen (17,18) des Gleitrings (1) vorgesehen ist, wobei die Verstärkungsfasern der Deckschicht ungerichtet sind.
11. Gleitring nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Deckschicht zwischen 0,1 und 1,0 mm, vorzugsweise 0,25 und 0,5 mm, beträgt.
12. Gleitring nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens in einer der Stirnflächen (17,18) des Gleitrings (1) bzw. der mit der Deckschicht versehenen Stirnfläche (17) eine Gleitfläche (13) mit darin eingebrachten förderwirksamen Strukturen (20) ausgebildet ist.
13. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke mit wenigstens einem Paar zusammenwirkender Gleitringe (1,2), von denen einer zur drehfesten Montage an einem stationären Bauteil und der andere zur gemeinsamen Drehung mit einer Triebwerkswelle ausgelegt ist, gekennzeichnet durch eine Werkstoffpaarung für die Gleitringe (1,2), die ein reibungsminimierend wirksames Material für den drehfesten Gleitring (2) und ein Verbundmaterial aus einem faserverstärkten Keramikmaterial für den drehenden Gleitring (1) umfasst.
14. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundmaterial ein Kohle- oder SiC-faser verstärktes SiC-Verbundmaterial ist.

15. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das reibungsminimierend wirksame Material ein Kohlenstoffmaterial ist.

16. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass für den Einsatz im Niederdruckbereich des Strahltriebwerkes das Verbundmaterial ungerichtete Verstärkungsfasern mit einer Länge grösser 5 mm, vorzugsweise zwischen 15 und 25 mm umfasst.

17. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass für den Einsatz im Hochdruckbereich des Strahltriebwerkes das Verbundmaterial gerichtete Verstärkungsfasern umfasst.

18. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach Anspruche 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Deckschicht aus einem faserverstärkten SiC-Verbundmaterial auf wenigstens derjenigen der gegenüberliegenden Stirnflächen (17,18) des drehenden Gleitringes (1) vorgesehen ist, an dem eine Gleitfläche (13) ausgebildet ist, wobei die Verstärkungsfasern der Deckschicht ungerichtet sind.

19. Gleitringdichtungsanordnung für Strahltriebwerke nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass in einer bzw. der Gleitfläche (13) des drehenden Gleitringes (1) förderwirksame Strukturen (20) eingebracht sind.

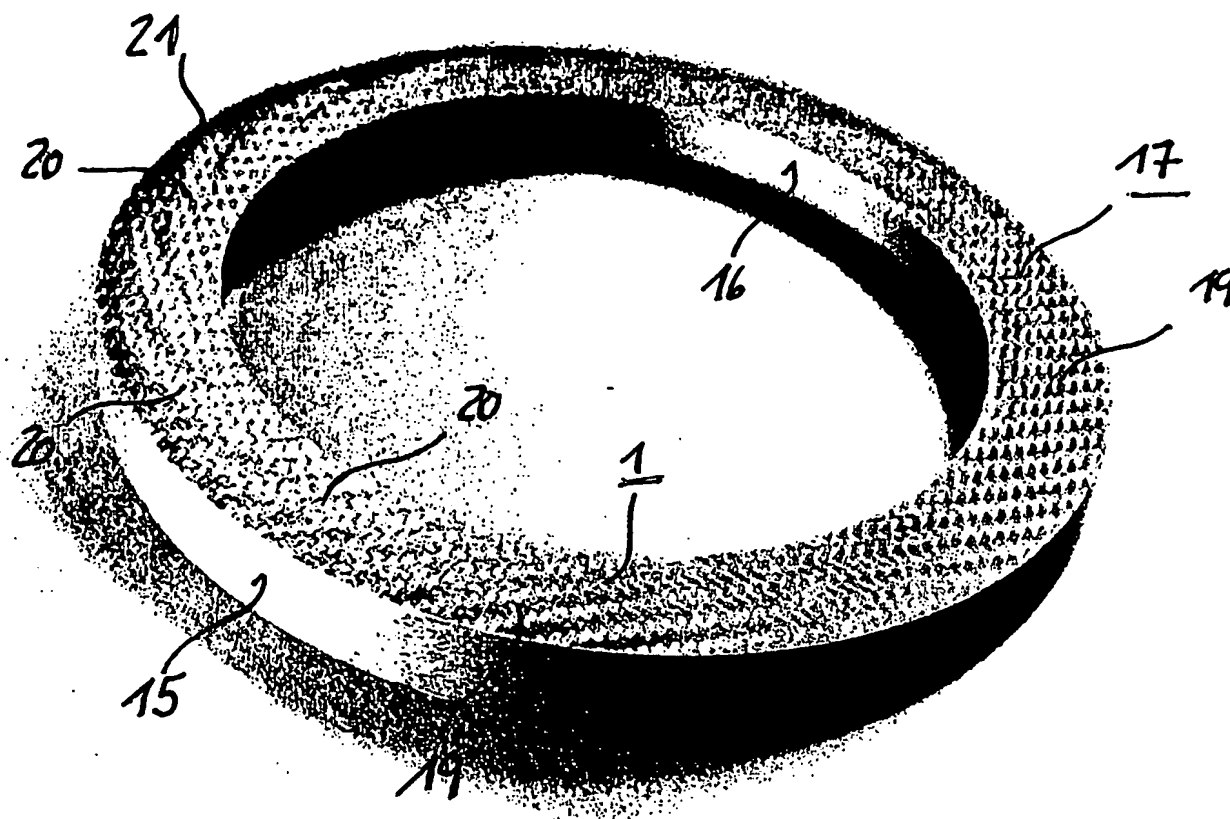
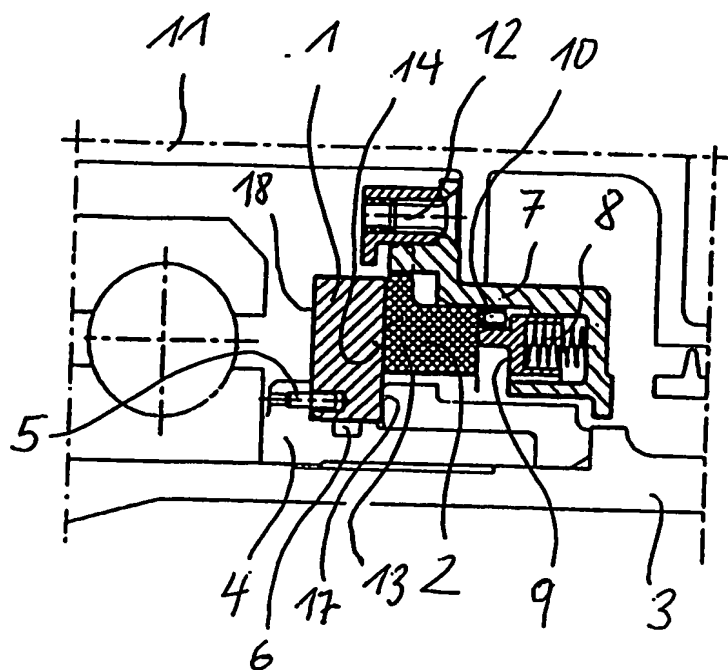


Fig. 1

Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007524

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16J15/34 F01D11/00 C04B35/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16J F01D C04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 130 055 A (KITA HIDEKI ET AL) 14 July 1992 (1992-07-14) the whole document figures 17,18	1-3, 13, 14
X	US 3 000 846 A (MORTON HENRY C ET AL) 19 September 1961 (1961-09-19) the whole document	1, 6, 8, 9, 13
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 199945 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L02, AN 1999-532121 XP002299266 -& JP 11 230365 A (EAGLE KOGYO KK) 27 August 1999 (1999-08-27) abstract; figures	1-3, 12-14, 19



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 October 2004

Date of mailing of the international search report

14/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007524

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 27 54 461 A (GEN ELECTRIC) 15 June 1978 (1978-06-15) page 5 -----	1,2,6,8, 13
X	EP 0 976 698 A (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 2 February 2000 (2000-02-02) paragraph '0024!; figures -----	1-3, 12-14,19
X	US 4 341 840 A (PREWO KARL M) 27 July 1982 (1982-07-27) the whole document column 3, line 40 - line 45; figures -----	1,2,13
A	DE 202 12 848 U (BURGMANN DICHTUNGSWERKE GMBH &) 31 October 2002 (2002-10-31) abstract -----	1-19

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007524

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5130055	A	14-07-1992	JP 1993160 C	22-11-1995
			JP 7023265 B	15-03-1995
			JP 63252973 A	20-10-1988
			JP 1793585 C	14-10-1993
			JP 4079986 B	17-12-1992
			JP 63277576 A	15-11-1988
			JP 1049768 A	27-02-1989
			JP 2543093 B2	16-10-1996
			DE 3855544 D1	17-10-1996
			DE 3855544 T2	27-03-1997
			DE 3885140 D1	02-12-1993
			DE 3885140 T2	31-03-1994
			EP 0286127 A1	12-10-1988
			EP 0520520 A1	30-12-1992
			US 5378417 A	03-01-1995
			US 5316987 A	31-05-1994
US 3000846	A	19-09-1961	NONE	
JP 11230365	A	27-08-1999	NONE	
DE 2754461	A	15-06-1978	US 4150998 A	24-04-1979
			DE 2754461 A1	15-06-1978
			FR 2373348 A1	07-07-1978
			GB 1589628 A	13-05-1981
			IT 1088696 B	10-06-1985
			JP 1427057 C	25-02-1988
			JP 53072287 A	27-06-1978
			JP 62036076 B	05-08-1987
EP 0976698	A	02-02-2000	DE 19834018 C1	03-02-2000
			DE 59907350 D1	20-11-2003
			EP 0976698 A1	02-02-2000
			US 2002028294 A1	07-03-2002
US 4341840	A	27-07-1982	NONE	
DE 20212848	U	31-10-2002	DE 20212848 U1	31-10-2002
			WO 2004018907 A1	04-03-2004



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007524

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F16J15/34 F01D11/00 C04B35/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F16J F01D C04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 130 055 A (KITA HIDEKI ET AL) 14. Juli 1992 (1992-07-14) das ganze Dokument Abbildungen 17,18	1-3,13, 14
X	US 3 000 846 A (MORTON HENRY C ET AL) 19. September 1961 (1961-09-19) das ganze Dokument	1,6,8,9, 13
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 199945 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L02, AN 1999-532121 XP002299266 -& JP 11 230365 A (EAGLE KOGYO KK) 27. August 1999 (1999-08-27) Zusammenfassung; Abbildungen	1-3, 12-14,19
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raspo, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/007524

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 27 54 461 A (GEN ELECTRIC) 15. Juni 1978 (1978-06-15) Seite 5	1,2,6,8, 13
X	EP 0 976 698 A (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 2. Februar 2000 (2000-02-02) Absatz '0024!; Abbildungen	1-3, 12-14,19
X	US 4 341 840 A (PREWO KARL M) 27. Juli 1982 (1982-07-27) das ganze Dokument Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 45; Abbildungen	1,2,13
A	DE 202 12 848 U (BURGMANN DICHTUNGSWERKE GMBH &) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Zusammenfassung	1-19

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007524

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5130055	A	14-07-1992	JP 1993160 C 22-11-1995
			JP 7023265 B 15-03-1995
			JP 63252973 A 20-10-1988
			JP 1793585 C 14-10-1993
			JP 4079986 B 17-12-1992
			JP 63277576 A 15-11-1988
			JP 1049768 A 27-02-1989
			JP 2543093 B2 16-10-1996
			DE 3855544 D1 17-10-1996
			DE 3855544 T2 27-03-1997
			DE 3885140 D1 02-12-1993
			DE 3885140 T2 31-03-1994
			EP 0286127 A1 12-10-1988
			EP 0520520 A1 30-12-1992
			US 5378417 A 03-01-1995
			US 5316987 A 31-05-1994
US 3000846	A	19-09-1961	KEINE
JP 11230365	A	27-08-1999	KEINE
DE 2754461	A	15-06-1978	US 4150998 A 24-04-1979
			DE 2754461 A1 15-06-1978
			FR 2373348 A1 07-07-1978
			GB 1589628 A 13-05-1981
			IT 1088696 B 10-06-1985
			JP 1427057 C 25-02-1988
			JP 53072287 A 27-06-1978
			JP 62036076 B 05-08-1987
EP 0976698	A	02-02-2000	DE 19834018 C1 03-02-2000
			DE 59907350 D1 20-11-2003
			EP 0976698 A1 02-02-2000
			US 2002028294 A1 07-03-2002
US 4341840	A	27-07-1982	KEINE
DE 20212848	U	31-10-2002	DE 20212848 U1 31-10-2002
			WO 2004018907 A1 04-03-2004